

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

EUN A CHOI, ET AL.

Application No.:

Filed:

For: **A Pragmatic Trellis Code
Modulation Decoder and a Method
Thereof**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

REQUEST FOR PRIORITY

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

COUNTRY	APPLICATION NUMBER	DATE OF FILING
Korea	10-2002-0073222	22 November 2002

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

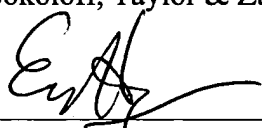
Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: _____

11/21/03

12400 Wilshire Boulevard, 7th Floor
Los Angeles, CA 90025
Telephone: (310) 207-3800


Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139



This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0073222
Application Number

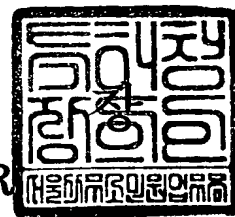
출원 년 월 일 : 2002년 11월 22일
Date of Application NOV 22, 2002

출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 08 월 14 일

특 허 청
COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.11.22
【발명의 명칭】	코셋 매핑을 이용한 프래그머틱 TCM 복호기 및 그 방법
【발명의 영문명칭】	Decoder and Its Method of the Pragmatic TCM Using Coset Mapping
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【명칭】	특허법인 신성
【대리인코드】	9-2000-100004-8
【지정된변리사】	변리사 정지원, 변리사 원석희, 변리사 박해천
【포괄위임등록번호】	2000-051975-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최은아
【성명의 영문표기】	CHOI, Eun A
【주민등록번호】	750429-2489316
【우편번호】	305-390
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 263-4 데자뷰 204호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김내수
【성명의 영문표기】	KIM, Nae Soo
【주민등록번호】	580712-1526316
【우편번호】	306-060
【주소】	대전광역시 대덕구 법동 보람아파트 104-1303
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오덕길
【성명의 영문표기】	OH, Deock Gil
【주민등록번호】	571128-1177310

【우편번호】	302-120
【주소】	대전광역시 서구 둔산동 한마루 아파트 6-601
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 특허법인 신성 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	4 면 4,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	0 항 0 원
【합계】	33,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	16,500 원
【기술이전】	
【기술양도】	희망
【실시권 허여】	희망
【기술지도】	희망
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

1. 청구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야

본 발명은 코셋 매핑을 이용한 프래그머틱(Pragmatic) TCM(Trellis Code Modulation) 복호기 및 그 방법과 상기 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 관한 것임.

2. 발명이 해결하려고 하는 기술적 과제

본 발명은 코셋 매핑을 이용하여 섹터 위상 양자화기(SPQ : Sector Phase Quantizer)를 거치지 않고 연판정을 할 수 있는 코셋 매핑을 이용한 프래그머틱(Pragmatic) TCM(Trellis Code Modulation) 복호기 및 그 방법과 상기 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는데 그 목적이 있음.

3. 발명의 해결방법의 요지

본 발명은, 코셋 매핑(coset mapping)을 이용한 프래그머틱(pragmatic) TCM(Trellis Code Modulation) 복호기에 있어서, 수신된 신호의 성상도상의 I(In-phase) 축과 Q(Quadrature-phase)축의 좌표를 이용하여 위상을 구한 후, 상기 위상 및 성상도상의 I축과 Q축의 좌표를 이용하여 부호화된 데이터를 구하기 위한 정보를 제공하기 위한 코셋 매핑기(coset mapper); 수신된 신호의 성상도상의 I(In-phase) 축과 Q(Quadrature-phase) 축의 좌표를 이용하여 부호화되지 않은 데이터를 구하기 위한 정보를 제공하기 위한 섹터 위상 양자화기(SPQ : Sector Phase Quantizer); 상기 코셋 매핑

기에서 제공된 정보를 이용하여 부호화된 데이터를 구하는 복호기; 상기 부호화되지 않은 비트를 구하기 위하여 상기 복호기에서 구한 데이터를 다시 부호화하기 위한 재부호기; 상기 부호화되지 않은 비트를 구하기 위하여, 상기 재부호기의 출력이 나올 때까지 상기 섹터 위상 양자화기의 출력을 시지연시키기 위한 시지연기; 및 상기 재부호기의 출력과 상기 시지연기의 출력을 이용하여 부호화되지 않은 데이터를 구하기 위한 비부호화 부호 복호기를 포함한다.

4. 발명의 중요한 용도

본 발명은 프래그머틱(pragmatic) TCM(Trellis Code Modulation) 복호기 등에 이용됨.

【대표도】

도 2

【색인어】

TC(Trellis Code)-8PSK(Phase Shift Keying), TCM(Trellis Code Modulation), 프래그머틱 (Pragmatic) TCM, 성상도(Constellation), 코셋 매핑

【명세서】

【발명의 명칭】

코셋 매핑을 이용한 프래그머틱 TCM 복호기 및 그 방법{Decoder and Its Method of the Pragmatic TCM Using Coset Mapping}

【도면의 간단한 설명】

도 1 은 TC(Trellis Code)-8PSK(Phase Shift Keying) 변조 방식 및 TC-8PSK프래그머틱(Pragmatic) TCM(Trellis Code Modulation) 복조 방식이 적용된 적응형 모뎀의 일예 시도.

도 2 는 본 발명이 적용되는 프래그머틱 TCM-8PSK 복조 방식의 일실시에 상세 구성도.

도 3 은 본 발명에 따른 프래그머틱 TCM-8PSK 복조 방식에 있어서, x' , y' 에 대한 성상도($\Phi = \frac{5\pi}{8}$).

도 4 는 본 발명에 따른 프래그머틱 TCM-8PSK 복조 방식에 있어서, 섹터(sector)수에 따른 프래그머틱 TCM의 성능을 나타내는 비트 에러율 그래프.

도 5 는 기존의 연판정 할당(Soft decision assignment)(22.5도)에 대한 성상도.

도 6 은 0도와 22.5도 에서의 기존의 프래그머틱 TCM의 성능을 나타내는 비트에러율 그래프.

도 7 은 본 발명에 따른 프래그머틱 TCM-8PSK 변조 방식에 있어서, 22.5도에서 시작되는 8PSK 매핑(Mapping) 변환($\Phi = \frac{\pi}{2}$)에 대한 성상도.

도 8 는 본 발명에 따른 성상도 배치방법에 의한 경우의 프래그머틱 TCM 복호기의 성능을 나타내는 비트에러율 그래프.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <9> 본 발명은 코셋 매핑을 이용한 프래그머틱(Pragmatic) TCM(Trellis Code Modulation) 복호기 및 그 방법과 상기 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 코셋 매핑을 이용하여 섹터 위상 양자화기(SPQ : Sector Phase Quantizer)를 거치지 않고 연판정을 할 수 있는 코셋 매핑을 이용한 프래그머틱(Pragmatic) TCM(Trellis Code Modulation) 복호기 및 그 방법과 상기 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 관한 것이다.
- <10> 현재 이용되고 있는 변조 방식에는 BPSK(Binary Phase Shift Keying)/QPSK(Quadrature Phase Shifting Keying)/8PSK 등의 다양한 방식이 있으며, 설계시에는 각각의 방식에 따라 BPSK/QPSK 방식에서 길쌈 부호를 사용하여 설계한 경우에는 비터비(Viterbi) 복호기를 사용하고, 8PSK 방식에서 트렐리스(Trellis) 부호를 사용하여 설계한 경우에는 BPSK, QPSK 방식에 이용되는 비터비(Viterbi) 복호기를 그대로 사용하기 위하여 TC(Trellis Code)-8PSK 방식의 프래그머틱(Pragmatic) 복호기를 사용한다.

<11> 일반적으로 기존의 경우엔 길쌈 부호의 복호시엔 비터비 복호기를 사용하고, 트렐리스 부호의 복호시엔 웅거보엑(Ungerboeck) TCM(Trellis Code Modulation) 복호 방법을 이용하여 복호하였다. 그러나, Ungerboeck TCM 복호 방법의 경우 설계시 비터비 복호 방법보다 매우 복잡하고 비터비 복호기 구조와는 다른 새로운 구조로 설계해야하기 때문에 BPSK/QPSK/8PSK 등 다양한 변조방식을 지원하는 적응형 모뎀 설계에 있어서는 하드웨어 면적을 크게 차지하고 시스템도 복잡하여 비효율적이다. 따라서, 적응형 모뎀 설계에 있어서는 BPSK/QPSK 변·복조방식시 내부 복호기로 쓰였던 길쌈 부호기 및 비터비 복호기를 그대로 적용할 수 있는 프래그머틱 TCM 복호 방법을 도입하여 BPSK/QPSK/8PSK 방식을 함께 지원하도록 함으로써 하드웨어 면적을 줄이고 동시에 다양한 변·복조방식을 지원하도록 한다.

<12> 도 1 은 TC-8PSK 변조 방식 및 TC-8PSK 프래그머틱 TCM 복조 방식이 적용된 적응형 모뎀의 일실시에 상세 구성도이다.

<13> 우선, TC-8PSK 변조 방식에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다.

<14> BPSK나 QPSK 변조 방식에서 사용하는 부호화 방식인 길쌈 부호를 적용하기 위하여, 변조기에 입력된 데이터 중 1비트는 부호율 1/2인 길쌈 부호기(111)를 사용해 2비트의 부호화된 데이터로 출력되고, 1비트는 부호화되지 않은채 TCM 부호기의 MSB(Most Significant Bit) 비트로 출력된다. 상기 3비트는 8PSK 변조기(112)에 의해 성상도상에 매핑되어 변조된다. 이 때, 8PSK 변조기의 출력은 변조기의 입력에 따라 성상도상에 8가지 상태로 매핑된다.

<15> 다음으로, TC-8PSK 프래그머틱 TCM 복조 방식에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다.

- <16> TC-8PSK 변조 방식에 의해 변조된 신호는 가우시안 백색 잡음 채널을 거친 후 TC-8PSK 프래그머틱 TCM 복조기에 입력된다. 백색 잡음이 섞여있는 신호는 복조기(121)를 거친 후 복호 과정을 거치게 된다. 복호 방법은 다음과 같다.
- <17> 우선, 비터비 복호기를 이용하여 TCM 부호를 복호하려면 수신된 8PSK 신호 배치를 I(In-phase)와 Q(Quadrature-phase) 채널의 QPSK 신호 배치로 바꾸어 양자화하여야 한다. 즉, 8PSK 성상도에서 3비트 중 2비트는 부호화된 신호이므로 섹터 위상 양자화기 (SPQ : Sector Phase Quantizer)(122)에 의해 각각 I와 Q채널로 양자화된다.
- <18> 이 때, 수신 신호의 성상도 위치에 따른 신호의 양자화 및 비트 할당 방법은 SPQ의 연판정 비트수를 결정한 후, 하기와 같은 절차에 따라 연판정 값을 결정한다. Sector수는 $(8 \times \text{연판정 레벨수})$ 이고 하기 [수학식 1]과 같다.
- <19> 【수학식 1】 $\text{Sector수} \leq 8 \times (2^n - 1)$
- <20> 여기서 n은 연판정 비트수, $(2^n - 1)$ 은 연판정 레벨수, x는 연판정을 위한 레벨 차례 수로서 $1 \sim (2^n - 1)$ 이다.
- <21> 상기 수식에 따라 SPQ(122)를 이용하여 수신된 8PSK 신호의 성상도 위치 영역을 검출하고, 연판정기(123)를 이용하여 비터비 복호기(124) 입력단에 필요한 I와 Q 신호 배치로 전환하며, 비터비 복호기(124)를 이용하여 3비트 연판정 신호를 1비트로 복호한다.
- <22> 연판정 영역과 연판정 I, Q값 결정 방법은 잡음이 포함된 수신 신호를 SPQ에 의해 I와 Q의 값을 비교하여 8개의 영역을 결정한 후 결정된 영역에 따라 I 또는 Q값으로부터 연판정한다. 연판정 레벨 기준값이 결정되면 모든 영역이 동일하게 I와 Q값의 절대값이

0에서 1 사이에 존재하고 56섹터(3비트 연판정)로 양자화할 경우 레벨간 거리는 0.1429이다. I와 Q의 연판정 비트(000~111)값에 의해 비터비 복호기(124)에 의해 복호하면 1비트가 복호된다.

<23> 또한, 나머지 부호화되지 않은 MSB 1비트를 복호하기 위해 비터비 복호기(124)에 의해 복호된 1비트 데이터를 길쌈 재부호기(125)를 통해 다시 재부호화하여 부호화되지 않은 비트에 대한 정보를 제공하고 수신된 신호의 I와 Q의 좌표값을 이용하여 비부호화 부호 복호기(127)에 의해 비부호화된 데이터가 복호된다. 이 때, 비부호화 부호 복호기(127)에서는 SPQ에서 출력된 위상 정보, 즉 I와 Q의 좌표값을 이용하여 복호가 이루어지고, 이 위상 정보는 비터비 복호기에 의해 출력되는 부호화된 부호의 출력을 기다리기 위해 시지연된 후 비부호화 부호 복호기(127)에 입력된다.

<24> 그러나, 상기와 같은 기존의 프래그머틱 TCM 복호 방식은 부호화된 부호를 복호하기 위하여 연판정 비트가 출력되어야 하는데, 이 때 연판정기로 입력되는 신호를 출력하기 수신 신호의 위치를 나타내는 위상 정보를 제공하는 섹터 페이즈 퀀타이저가 필요하다는 단점이 있다.

<25> 또한, 상기와 같은 기존의 프래그머틱 TCM 복호 방식은 수신 신호의 섹터에 따라 I(In-phase) 채널 또는 Q(Quadrature-phase) 채널의 진폭 값인 0 내지 0.707사이에서 연판정을 하므로 유클리디언 거리를 짧은 단점이 있어서, 이 거리를 증가시킬 필요가 있다.

<26> 한편, 8PSK 신호의 성상도는 0도에서 시작하는 것과 22.5도에서 시작하는 성상도 구조로 크게 두가지로 나눌 수 있는데, 이는 변·복조부의 성능에는 영향을 미치지 않지만 오류 제어부에서는 성능차이가 난다. 기존의 프래그머틱 TCM 복호 방법 또한 22.5도

를 기준으로 형성된 TC-8PSK 성상도 매핑방법과 0도를 기준으로 형성된 TC-8PSK 성상도 매핑방법의 두가지 방법으로 성능 분석을 해볼 수 있었는데, 22.5도 기준보다는 0도 기준의 TC-8PSK 성상도를 이용한 복호결과가 약 0.8dB 정도로 성능이 우수하지만, 기준에 따라 성능에 차이가 있는 문제점이 있으며, 또한 일반적으로 TCM 복호 방법으로 쓰이는 웅거보엑(Ungerboeck) 복호 방법보다는 성능이 저하되는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<27> 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 코셋 매핑을 이용하여 섹터 위상 양자화기(SPQ : Sector Phase Quantizer)를 거치지 않고 연판정을 할 수 있는 코셋 매핑을 이용한 프래그머틱(Pragmatic) TCM(Trellis Code Modulation) 복호기 및 그 방법과 상기 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는데 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<28> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 장치는, 코셋 매핑(coset mapping)을 이용한 프래그머틱(pragmatic) TCM(Trellis Code Modulation) 복호기에 있어서, 수신된 신호의 성상도상의 I(In-phase)축과 Q(Quadrature-phase)축의 좌표를 이용하여 위상을 구한 후, 상기 위상 및 성상도상의 I축과 Q축의 좌표를 이용하여 부호화된 데이터를 구하기 위한 정보를 제공하기 위한 코셋 매핑기(coset mapper); 수신된 신호의 성상도상의 I(In-phase) 축과 Q(Quadrature-phase) 축의 좌표를 이용하여 부호화되지 않은 데이터를

구하기 위한 정보를 제공하기 위한 섹터 위상 양자화기(S PQ : Sector Phase Quantizer); 상기 코셋 매핑기에서 제공된 정보를 이용하여 부호화된 데이터를 구하는 복호기; 상기 부호화되지 않은 비트를 구하기 위하여 상기 복호기에서 구한 데이터를 다시 부호화하기 위한 재부호기; 상기 부호화되지 않은 비트를 구하기 위하여, 상기 재부호기의 출력이 나올 때까지 상기 섹터 위상 양자화기의 출력을 시지연시키기 위한 시지연기; 및 상기 재부호기의 출력과 상기 시지연기의 출력을 이용하여 부호화되지 않은 데이터를 구하기 위한 비부호화 부호 복호기를 포함한다.

<29> 한편, 본 발명의 방법은, 코셋 매핑(coset mapping)을 이용한 프래그머틱(pragmatic) TCM 복호기에 적용되는 복호 방법에 있어서, 수신된 신호의 성상도상의 I(In-phase)축과 Q(Quadrature-phase)축의 좌표를 이용하여 위상을 구한 후, 상기 위상 및 성상도 상의 I축과 Q축의 좌표를 이용하여 부호화된 데이터를 구하기 위한 정보를 제공하는 제 1 단계; 수신된 신호의 성상도상의 I축과 Q축의 좌표를 이용하여 부호화되지 않은 데이터를 구하기 위한 정보를 제공하는 제 2 단계; 상기 제 1 단계에서 제공된 정보를 이용하여 부호화된 데이터를 구하는 제 3 단계; 상기 제 3 단계에서 구한 데이터를 이용하여 재부호화하는 제 4 단계; 상기 제 4 단계의 재부호화된 출력이 나올 때까지 상기 제 2 단계에서 제공된 정보를 시지연시키는 제 5 단계; 및 상기 재부호화된 출력과 상기 시지연된 출력을 이용하여 부호화되지 않은 데이터를 구하는 제 6 단계를 포함한다.

<30> 한편, 본 발명은, 프로세서를 구비한 프래그머틱(pragmatic) TCM 복호기에, 수신된 신호의 성상도상의 I(In-phase)축과 Q(Quadrature-phase)축의 좌표를 이용하여 위상을 구한 후, 상기 위상 및 성상도 상의 I축과 Q축의 좌표를 이용하여 부호화된 데이터를 구

하기 위한 정보를 제공하는 제 1 기능; 수신된 신호의 성상도상의 I축과 Q축의 좌표를 이용하여 부호화되지 않은 데이터를 구하기 위한 정보를 제공하는 제 2 기능; 상기 제공된 정보를 이용하여 부호화된 데이터를 구하는 제 3 기능; 상기 부호화된 데이터를 재부호화하는 제 4 기능; 상기 재부호화된 출력이 나올 때까지 상기 부호화되지 않은 데이터를 구하기 위하여 제공된 정보를 시지연시키는 제 5 기능; 및 상기 재부호화된 출력과 상기 시지연된 출력을 이용하여 부호화되지 않은 데이터를 구하는 제 6 기능을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

<31> 상술한 목적, 특징들 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일 실시예를 상세히 설명한다.

<32> 도 2 는 본 발명이 적용되는 프래그머틱(Pragmatic) TCM(Trellis Code Modulation)-8PSK 복조 방식의 일 실시예 상세 구성도이다.

<33> 우선, 수신된 M-PSK(Phase Shift Keying) 심볼(symbol)들의 신호 성상도 상의 I(In-phase) 축과 Q(Quadrature-phase) 축의 좌표를 각각 x, y라 할 때, 각각의 좌표값들은 기존의 복조기를 이용하여 구할 수 있으며, 이들이 코셋 매핑기(210)의 입력이 된다. 코셋 매핑기(210)는 상기 복조기에서 구해진 좌표를 이용하여 비터비 복호기로 입력되는 연판정 비트를 출력하는 부분으로 본 발명의 핵심을 이룬다. 코셋 매핑기(210)의 구체적인 동작은 다음과 같다.

<34> 상기 복조기에서 구해진 좌표(x, y)를 이용하여 하기 [수학식 2]를 통해 수신된 신호의 진폭(r)과 위상(Φ)을 구할 수 있다.

<35> 【수학식 2】 $r = \sqrt{x^2 + y^2}, \phi = \tan^{-1}(\frac{y}{x})$

<36> 이 때, 3비트 연판정을 하기 위한 입력 심볼(x' , y')을 구하기 위하여 상기 구한 위상값과 성상도상의 I와 Q 축의 좌표값(x , y)이 이용된다. 3비트 연판정을 위한 입력 심볼(x' , y')과 성상도상의 I와 Q 축의 좌표값(x , y)와의 관계는 회전 변환(rotational transformation) 관계로, 하기 [수학식 3]과 같이 정의된다.

<37> 【수학식 3】 $x' = \cos[2(\phi - \Phi)], y' = \sin[2(\phi - \Phi)]$

<38> 본 발명의 실시예에서는 $\Phi = \frac{5\pi}{8}$ 로 설정했을 경우, 도 3에 도시되는 바와 같이, QPSK 성상도는 정확히 45도, 135도, 225도, 315도로 배치되어 기존의 연판정시 -1~1 사이의 값을 연판정하는 것을 그대로 이용할 수 있게 된다. 따라서, 기존의 기존의 프래그머틱 TCM 복조방식에서 섹터 페이즈 양자화기(SPQ : Sector Phase Quantizer) 및 연판정기를 이용하여 비터비 복호기로 입력되는 3비트의 연판정 비트를 출력했던 것에 비해, 이러한 과정없이 성상도상에서의 매핑을 이용하여 연판정 비트를 출력할 수 있게 된다.

<39> 한편, 성상도상의 I와 Q 축의 좌표값(x , y)은 부호화되지 않은 1비트 값을 구하기 위한 정보를 얻기 위하여도 사용되며, 이는 기존의 프래그머틱 TCM 복조 방식에서 사용된 방법과 동일한 과정을 거쳐 구할 수 있다.

<40> 도 4는 기존의 프래그머틱 TCM 복조방식에 있어서, 섹터(sector)수에 따른 프래그머틱 TCM의 성능을 나타내는 비트에러율 그래프이다. 이 때, 성능 분석에는 가우시안 잡음 채널 환경이 사용되었다.

- <41> 10^6 개의 데이터율에서 부호화되지 않은(uncoded) QPSK에 비해 16 섹터 위상 (sector phase)은 약 1.5dB의 성능 개선이 있었고, 24, 32, 56 섹터 위상(sector phase)은 약 2~2.2dB의 성능 개선이 있으며, 양자화(quantization)하지 않은 기존의 Ungerboeck TCM에 비해서는 약 0.5dB의 성능 열화가 있다. 또한 22.5도를 기준으로 하는 연판정 할당(soft decision assignment)의 평균 연판정(soft decision) 길이는 0도를 기준으로 하는 연판정 할당보다 평균 연판정 길이가 짧아(도 5 참조) 성능의 열화를 야기시킨다.
- <42> 도 6 은 기존의 0도와 22.5도 에서의 프래그머틱 TCM의 성능을 나타내는 비트에러율 그래프이다.
- <43> 도 6 에 도시된 바와 같이, 유클리드 거리는 성능에 영향을 주므로 22.5도에서 변조한 신호는 22.5도에서 시작하는 8PSK의 경우 0도에서 시작하는 것보다 0.8dB 정도 성능이 열화되어 있다. 그러나 이러한 성능의 열화는 본 발명에서 제안된 Pragmatic TCM 알고리즘을 이용하여 $\Phi = \frac{\pi}{2}$ 로 설정하면 극복될 수 있다(도 7 참조).
- <44> 한편, 도 8 에 도시되는 바와 같이, 전체적인 변형된 Pragmatic TCM 구조에서 성능은 0.8 dB 정도 기존의 방식에 비해 개선됨을 알 수 있다. 또한, 22.5도에서 시작한 상도에 비하면 약 1.6dB 정도 성능을 개선할 수 있다.
- <45> 상술한 바와 같은 본 발명의 방법은 프로그램으로 구현되어 컴퓨터로 읽을 수 있는 형태로 기록매체(씨디롬, 램, 롬, 플로피 디스크, 하드 디스크, 광자기 디스크 등)에 저장될 수 있다. 이러한 과정은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있으므로 더 이상 상세히 설명하지 않기로 한다.

<46> 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

【발명의 효과】

<47> 상기와 같은 본 발명은, 기존의 프래그머틱 TCM 복호기에서는 수신 신호의 위치를 나타내는 위상정보를 이용해 3비트 연판정을 출력하는 섹터 위상 양자화기(Sector Phase Quantizer)가 필요하며, 이에 따라 기존의 방법에서는 연판정을 위한 유클리디안 거리의 감소하고 성상도의 배치에 따라 성능이 열화었으나, 새로운 성상도상의 맵핑 방법을 이용하여 섹터 위상 양자화기없이 3비트 연판정을 출력할 수 있는 효과가 있으며, 이에 따라 약 1.6dB의 부호화 이득(coding gain)을 얻을 수 있는 효과가 있다.

<48> 또한, 본 발명은, 기존의 프래그머틱 TCM 복호기에서는 성상도 상에서 0도를 기준으로 할 때와 22.5도를 기준으로 할 때에 성능 차이가 있었던 것에 비해, 0도를 기준으로 할 때와 22.5도를 기준으로 할 때에도 성능 차이가 없는 효과가 있다.

<49> 또한, 본 발명은, 기존의 프래그머틱 TCM 복호 방식은 수신 신호의 섹터에 따라 I(In-phase) 채널 또는 Q(Quadrature-phase) 채널의 진폭 값인 0 내지 0.707사이에서 연판정을 하는데 비해, 새로운 맵핑 방법을 이용하여 그 거리를 -1 내지 1사이로 증가시키는 효과가 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

코셋 매핑(coset mapping)을 이용한 프래그머틱(pragmatic) TCM(Trellis Code Modulation) 복호기에 있어서,

수신된 신호의 성상도상의 I(In-phase)축과 Q(Quadrature-phase)축의 좌표를 이용하여 위상을 구한 후, 상기 위상 및 성상도상의 I축과 Q축의 좌표를 이용하여 부호화된 데이터를 구하기 위한 정보를 제공하기 위한 코셋 매핑기(coset mapper);

수신된 신호의 성상도상의 I(In-phase) 축과 Q(Quadrature-phase) 축의 좌표를 이용하여 부호화되지 않은 데이터를 구하기 위한 정보를 제공하기 위한 섹터 위상 양자화기(SPQ : Sector Phase Quantizer);

상기 코셋 매핑기에서 제공된 정보를 이용하여 부호화된 데이터를 구하는 복호기;

상기 부호화되지 않은 비트를 구하기 위하여 상기 복호기에서 구한 데이터를 다시 부호화하기 위한 재부호기;

상기 부호화되지 않은 비트를 구하기 위하여, 상기 재부호기의 출력이 나올 때까지 상기 섹터 위상 양자화기의 출력을 시지연시키기 위한 시지연기; 및

상기 재부호기의 출력과 상기 시지연기의 출력을 이용하여 부호화되지 않은 데이터를 구하기 위한 비부호화 부호 복호기

를 포함하는 프래그머틱 TCM 복호기.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 코셋 매핑기는,

상기 수신된 신호의 성상도 상의 I(In-phase)축의 좌표, x와 Q(Quadrature-phase)축의 좌표, y를 이용하여 구한 위상, Φ 와 기준 위상, ϕ 와의 차이를 이용하여 하기의 수학식에 따라 정보를 제공하는 것

을 특징으로 하는 프래그머틱 TCM 복호기.

$$x' = \cos[2(\phi - \Phi)], y' = \sin[2(\phi - \Phi)]$$

【청구항 3】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기준 위상은 $\frac{5\pi}{8}$ 인 것

을 특징으로 하는 프래그머틱 TCM 복호기.

【청구항 4】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기준 위상은 $\frac{\pi}{2}$ 인 것

을 특징으로 하는 프래그머틱 TCM 복호기.

【청구항 5】

코셋 매핑(coset mapping)을 이용한 프래그머틱(pragmatic) TCM 복호기에 적용되는 복호 방법에 있어서,

수신된 신호의 성상도상의 I(In-phase)축과 Q(Quadrature-phase)축의 좌표를 이용하여 위상을 구한 후, 상기 위상 및 성상도 상의 I축과 Q축의 좌표를 이용하여 부호화된 데이터를 구하기 위한 정보를 제공하는 제 1 단계;

수신된 신호의 성상도상의 I축과 Q축의 좌표를 이용하여 부호화되지 않은 데이터를 구하기 위한 정보를 제공하는 제 2 단계;

상기 제 1 단계에서 제공된 정보를 이용하여 부호화된 데이터를 구하는 제 3 단계 ;

상기 제 3 단계에서 구한 데이터를 이용하여 재부호화하는 제 4 단계;

상기 제 4 단계의 재부호화된 출력이 나올 때까지 상기 제 2 단계에서 제공된 정보를 시지연시키는 제 5 단계; 및

상기 재부호화된 출력과 상기 시지연된 출력을 이용하여 부호화되지 않은 데이터를 구하는 제 6 단계

를 포함하는 프래그머틱 TCM 복호기에 적용되는 복호 방법.

【청구항 6】

제 5 항 에 있어서,

제 1 단계는,

상기 수신된 신호의 성상도 상의 I(In-phase)축의 좌표, x와 Q(Quadrature-phase)축의 좌표, y를 이용하여 구한 위상, Φ 와 기준 위상, ϕ 와의 차이를 이용하여 하기의 수학적식에 따라 정보를 제공하는 것

을 특징으로 하는 프래그머틱 TCM 복호기에 적용되는 복호 방법.

$$x' = \cos[2(\phi - \Phi)], y' = \sin[2(\phi - \Phi)]$$

【청구항 7】

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 기준 위상은 $\frac{5\pi}{8}$ 인 것

을 특징으로 하는 프래그머틱 TCM 복호기에 적용되는 복호 방법.

【청구항 8】

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 기준 위상은 $\frac{\pi}{2}$ 인 것

을 특징으로 하는 프래그머틱 TCM 복호기에 적용되는 복호 방법.

【청구항 9】

프로세서를 구비한 프래그머틱(pragmatic) TCM 복호기에,

수신된 신호의 성상도상의 I(In-phase)축과 Q(Quadrature-phase)축의 좌표를 이용하여 위상을 구한 후, 상기 위상 및 성상도 상의 I축과 Q축의 좌표를 이용하여 부호화된 데이터를 구하기 위한 정보를 제공하는 제 1 기능;

수신된 신호의 성상도상의 I축과 Q축의 좌표를 이용하여 부호화되지 않은 데이터를 구하기 위한 정보를 제공하는 제 2 기능;

상기 제공된 정보를 이용하여 부호화된 데이터를 구하는 제 3 기능;

상기 부호화된 데이터를 재부호화하는 제 4 기능;

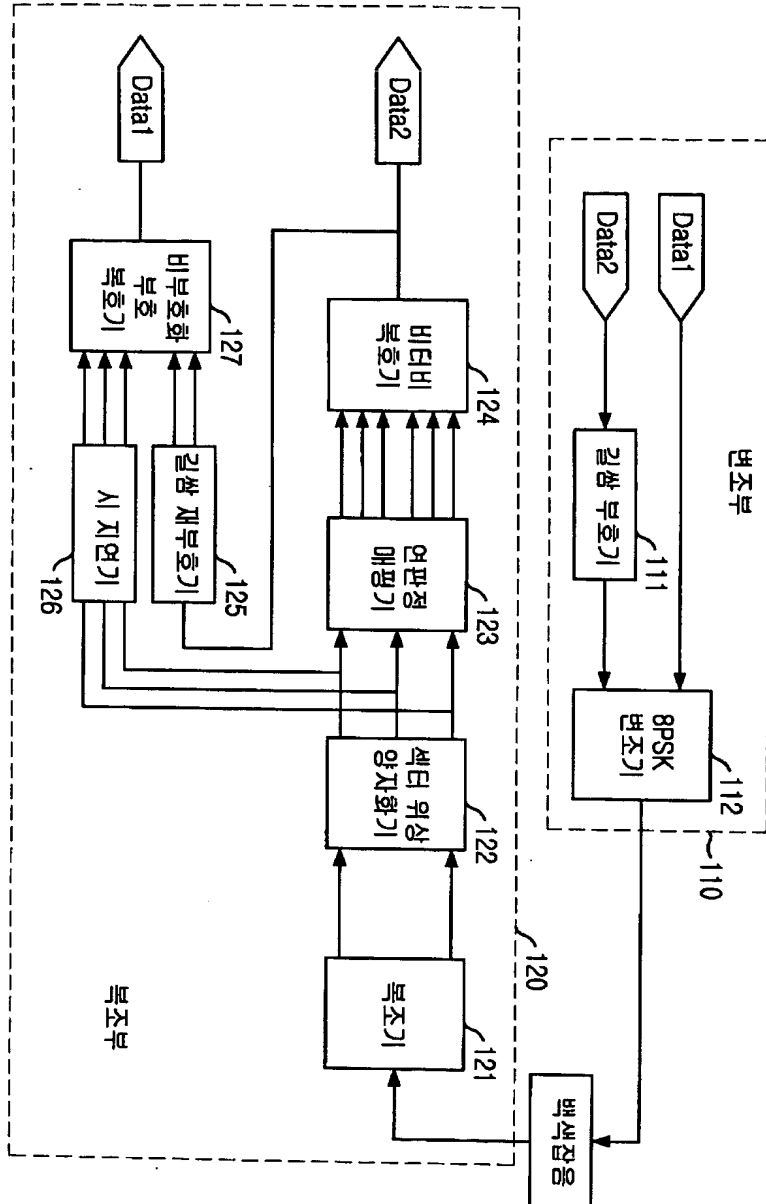
상기 재부호화된 출력이 나올 때까지 상기 부호화되지 않은 데이터를 구하기 위하여 제공된 정보를 시지연시키는 제 5 기능; 및

상기 재부호화된 출력과 상기 시지연된 출력을 이용하여 부호화되지 않은 데이터를 구하는 제 6 기능

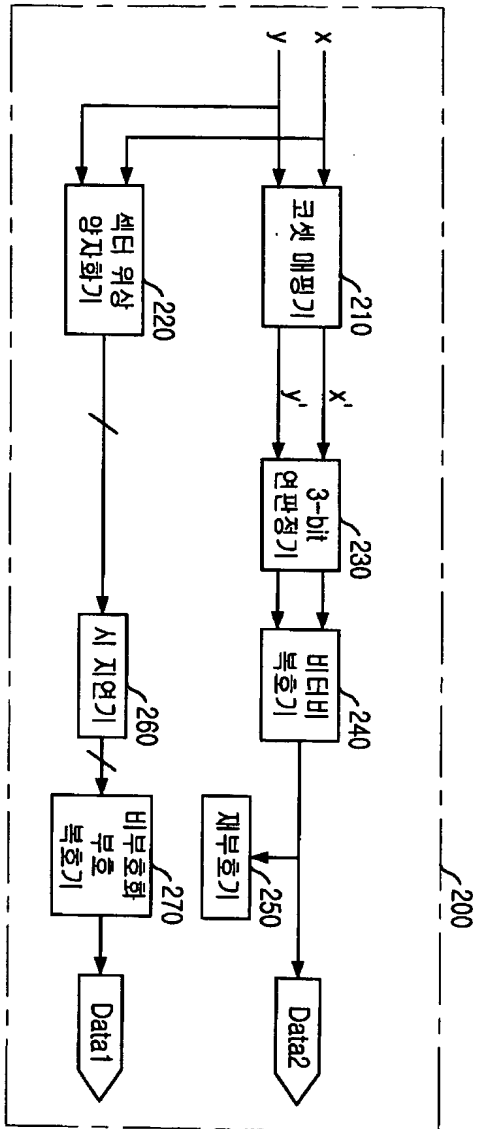
을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

【도면】

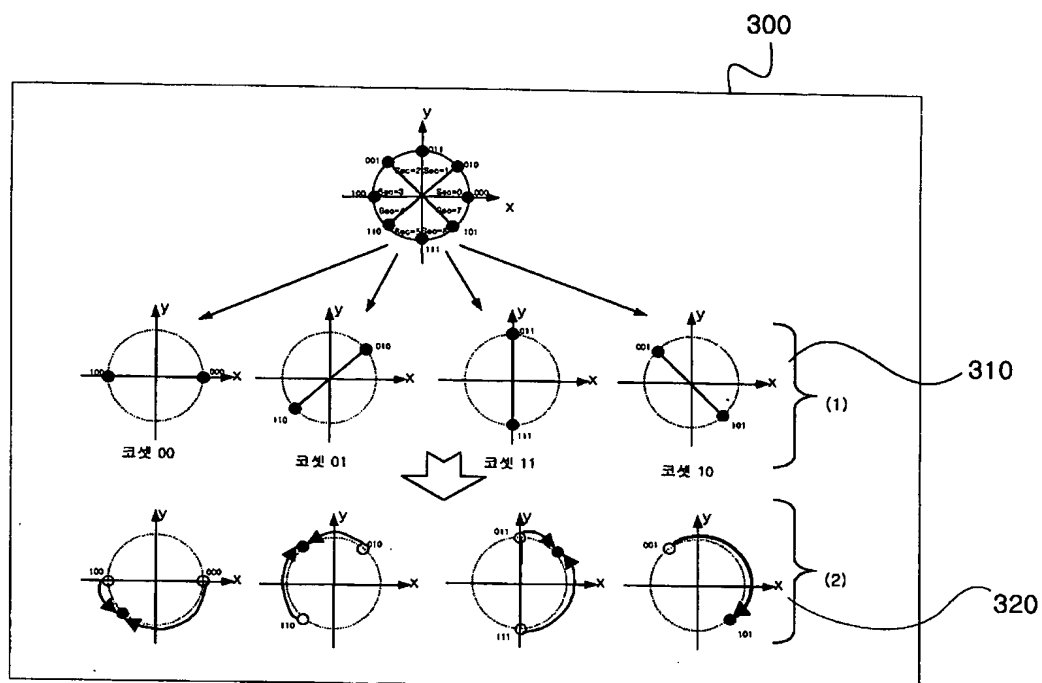
【도 1】



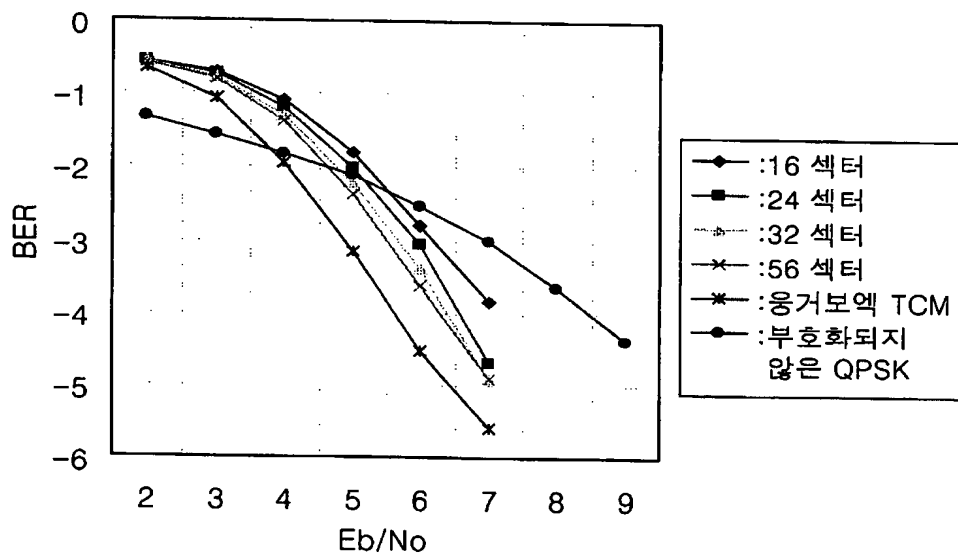
【도 2】



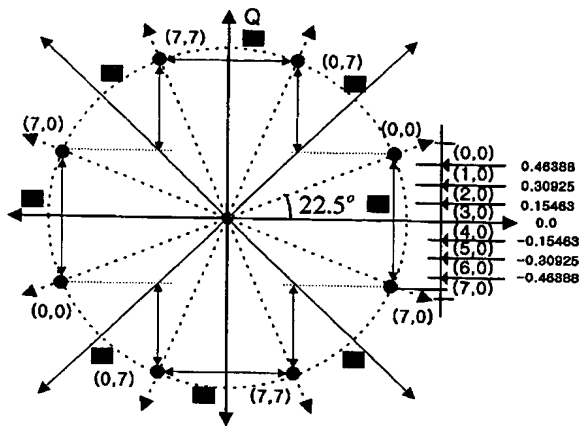
【도 3】



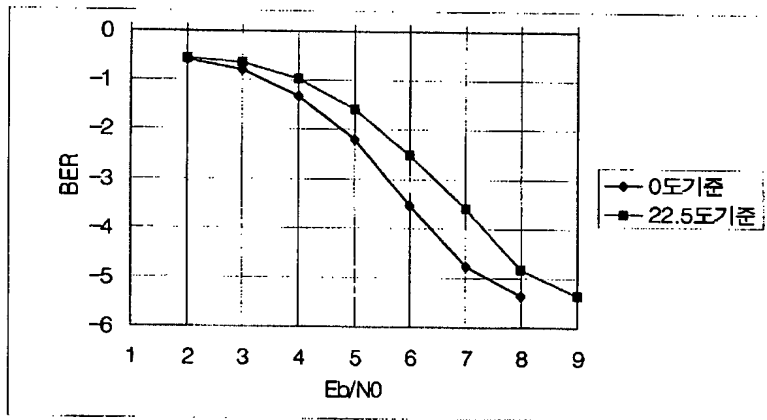
【도 4】



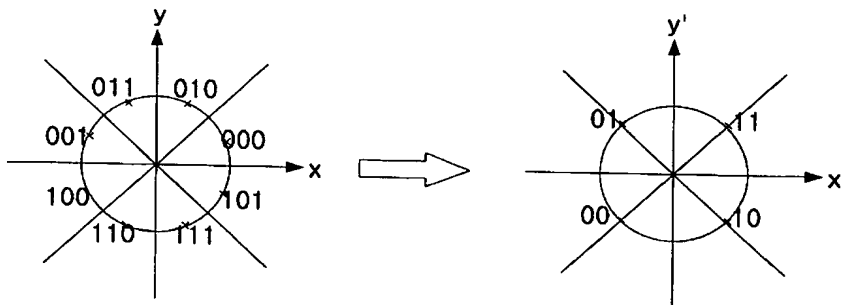
【도 5】



【도 6】



【도 7】





【도 8】

